

PUB-NO: DE004411448A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4411448 A1

TITLE: Monitoring method for detecting  
person or vehicle in  
defined area

PUBN-DATE: October 5, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SCHWARZ, FRANZ	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SICK OPTIK ELEKTRONIK ERWIN	DE

APPL-NO: DE04411448

APPL-DATE: March 31, 1994

PRIORITY-DATA: DE04411448A ( March 31, 1994)

INT-CL (IPC): G07C009/00, G01V003/12 , G01V008/00 ,  
G01B021/00 , G01S017/02

EUR-CL (EPC): G01S017/02 ; G07C009/00

ABSTRACT:

At least one distance sensor, esp. near the edge of the monitoring region, transmits a sensing beam which passes over the region in a defined scanning motion with varying direction. Reflections of the beam from the edges of the region and/or from objects within the region are received and signals representing the distance of the reflection point and beam

direction detected.

The distance and direction signals acquired during the scanning motion define a distance contour function, which is compared by an evaluation unit with a stored reference function corresp. to an anticipated object contour. A signal is generated when the detected and stored contour functions coincide within defined tolerances.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 11 448 A 1

61 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 07 C 9/00  
G 01 V 3/12  
G 01 V 8/00  
G 01 B 21/00  
G 01 S 17/02

21 Aktenzeichen: P 44 11 448.6  
22 Anmeldetag: 31. 3. 94  
43 Offenlegungstag: 5. 10. 95

DE 44 11 448 A 1

71 Anmelder:  
Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, 79183 Waldkirch,  
DE

74 Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner, 80538 München

72 Erfinder:  
Schwarz, Franz, 79286 Glottental, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 32 844 C2  
DE 35 28 047 C2  
DE 32 32 437 C2  
DE 29 46 942 C2  
DE 27 48 584 C3  
DE 42 20 508 A1  
DE 41 37 510 A1  
DE 41 37 068 A1

DE 39 33 437 A1  
DE 38 32 428 A1  
DE 37 00 009 A1  
DE 36 22 421 A1  
DE 36 04 307 A1  
DE 34 29 764 A1  
DE 34 21 066 A1  
DE 33 43 558 A1  
DE 92 08 115 U1  
DE 89 12 983 U1  
US 46 27 734  
EP 02 90 944 A3  
EP 02 90 944 A2  
EP 01 47 962 A2  
WO 90 00 749 A1

BIEHL, K.E.;  
MÜLLER, W.: Ultraschall-Systeme für die  
industrielle Objekterfassung und -klassifizierung.  
In: Technisches Messen, 1988, H.10, S.367-376;  
JP 60-89784 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
P-390, Sept. 21, 1985, Vol.9, No.236;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs

57 Verfahren zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs, bei dem zumindest ein insbesondere in Randnähe des Überwachungsbereichs vorgesehener Abstandssensor einen den Überwachungsbereich in einer vorbestimmten Abtastbewegung überstreichenden und dabei seine Richtung ändernden Abtaststrahl aussendet, den an Begrenzungen des Überwachungsbereichs und/oder an im Überwachungsbereich befindlichen Objekten reflektierten Abtaststrahl empfängt und ein den Abstand des Reflexionspunktes des Abtaststrahls vom Abstandssensor repräsentierendes Abstandssignal sowie ein die Richtung des Abtaststrahls repräsentierendes Richtungssignal ermittelt, wobei die während der Abtastbewegung ermittelten Abstandssignale und Richtungssignale eine Abstandskonturfunktion definieren, und daß eine an den Abstandssensor angeschlossene Auswertereinheit die ermittelte Abstandskonturfunktion mit zumindest einer gespeicherten, eine erwartete Objektkontur repräsentierenden Referenzkonturfunktion vergleicht, und ein Ausgangssignal erzeugt, sofern die ermittelte Abstandskonturfunktion und die Referenzkonturfunktion, insbesondere im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen übereinstimmen bzw. nicht übereinstimmen.

DE 44 11 448 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 040/362

13/31

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs.

Beispielsweise in der Baustoffindustrie ist es häufig wünschenswert, kontrollieren zu können, ob sich in einem Überwachungsbereich bestimmte unerwünschte Personen oder Fahrzeuge aufhalten. Daneben besteht ein Bedürfnis, Durchgänge oder Durchfahrten gegen das Eindringen von Personen oder Fahrzeugen in gefährliche Bereiche sichern zu können, wobei jedoch ein Passieren von bestimmten Personen oder Fahrzeugen weiterhin möglich sein soll.

Grundsätzlich ist es bekannt, zu derartigen Kontroll- oder Sicherungszwecken automatische Sensorsysteme zu verwenden, die jedoch meist einer aufwendigen Installation bedürfen und nach komplizierten Kontroll- und Auswerteverfahren arbeiten.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein einfaches und an die praktischen Gegebenheiten problemfrei anpaßbares Kontrollverfahren zu schaffen, das dennoch den gestellten Zuverlässigkeitsanforderungen in vollem Maße gerecht wird. Weiterhin ist es ein Ziel der Erfindung, eine einfach aufgebaute und universell einsetzbare Kontroll- und Überwachungsvorrichtung zu schaffen, die ihren Sicherungszweck zuverlässig erfüllt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß zumindest ein insbesondere in Randnähe des Überwachungsbereichs vorgesehener Abstandssensor einen den Überwachungsbereich in einer vorbestimmten Abtastbewegung überstreichenden und dabei seine Richtung ändernden Abtaststrahl aussendet, den an Begrenzungen des Überwachungsbereichs und/oder an im Überwachungsbereich befindlichen Objekten reflektierten Abtaststrahl empfängt und ein den Abstand des Reflexionspunktes des Abtaststrahls vom Abstandssensor repräsentierendes Abstandssignal sowie ein die Richtung des Abtaststrahls repräsentierendes Richtungssignal ermittelt, wobei die während der Abtastbewegung ermittelten Abstandssignale und Richtungssignale eine Abstandskonturfunktion definieren, und daß eine an den Abstandssensor angeschlossene Auswerteeinheit die ermittelte Abstandskonturfunktion mit zumindest einer gespeicherten, eine erwartete Objektkontur repräsentierenden Referenzkonturfunktion vergleicht, und ein Ausgangssignal erzeugt, sofern die ermittelte Abstandskonturfunktion und die Referenzkonturfunktion insbesondere im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen übereinstimmen bzw. nicht übereinstimmen.

Zur Lösung der Aufgabe sieht die Erfindung ferner vor, daß die Vorrichtung zumindest einen Abstandssensor mit einem Sender, der einen den Überwachungsbereich in einer vorbestimmten Abtastbewegung überstreichenden und dabei seine Richtung ändernden Abtaststrahl aussendet, und einem Empfänger aufweist, der den an Begrenzungen des Überwachungsbereichs und/oder an im Überwachungsbereich befindlichen Objekten reflektierten Abtaststrahl empfängt, und ein den Abstand des Reflexionspunktes des Abtaststrahls vom Abstandssensor repräsentierendes Abstandssignal sowie ein die Richtung des Abtaststrahls repräsentierendes Richtungssignal ermittelt, wobei die während der Abtastbewegung ermittelten Abstandssignale und Richtungssignale eine Abstandskonturfunktion definieren, und daß an den Abstandssensor eine Auswerteeinheit angeschlossen ist, die einen Speicher, in dem zumindest

eine erwartete Objektkontur repräsentierende Referenzkonturfunktion gespeichert ist, sowie einen Komparator aufweist, der die ermittelte Abstandskonturfunktion mit der gespeicherten Referenzkonturfunktion vergleicht und ein Ausgangssignal erzeugt, sofern die ermittelte Abstandskonturfunktion und die Referenzkonturfunktion insbesondere im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen übereinstimmen bzw. nicht übereinstimmen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß eine an die Auswerteeinheit angeschlossene Sicherheitseinrichtung bei fehlender Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion ein Warnsignal abgibt und bei Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion die Abgabe eines Warnsignals unterdrückt. Dies ermöglicht eine Kontrolle, ob sich in dem erfaßten Überwachungsbereich neben den erwarteten und zulässigen Objekten auch andere, unerwünschte Objekte aufhalten.

Wenn nach einer alternativen Ausführungsform der Erfindung der Überwachungsbereich zweidimensional und insbesondere durch ein Tor oder eine Durchfahrt definiert ist, erfolgt die Abtastbewegung vorzugsweise innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs in der Überwachungsebene. Dadurch wird erreicht, daß ein in die zweidimensionale Überwachungsebene eintretendes Objekt erfaßt und dahingehend überprüft wird, ob es mit einer der erwarteten, als Referenzkonturfunktionen abgespeicherten Objekte übereinstimmt. Wird eine Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung festgestellt, ist nach einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß dies durch die Erzeugung eines Ausgangssignals angezeigt wird. Durch das Auftreten eines Ausgangssignals können dann weitere Sicherungsmaßnahmen eingeleitet werden, beispielsweise die Abgabe eines Warnsignals oder die Sperrung der Durchfahrt, sofern es sich bei den als Referenzkonturfunktionen gespeicherten Objekten um unzulässige Objekte handelt, oder aber die Öffnung der Durchfahrt, sofern es sich bei den als Referenzkonturfunktionen gespeicherten Objekten um zulässige Objekte handelt.

Anstelle eines Tores oder einer Durchfahrt kann auch im Rahmen des Personenschutzes der Zugang zu einer, ein Gefahrpotential darstellenden Maschine oder Anlage mittels einem erfindungsgemäßen Verfahren überwacht werden. Wenn in diesem Fall unzulässige Objekte erkannt werden, erfolgt ein Anhalten bzw. Abschalten der Maschine oder Anlage.

Obwohl es grundsätzlich möglich ist, daß nur bei Bedarf einzelne Abtastbewegungen durchgeführt werden, ist es bevorzugt, wenn die Abtastbewegung fortlaufend wiederholt wird und die bei jeder Abtastbewegung neu ermittelte Abstandskonturfunktion mit der oder den Referenzkonturfunktionen kontinuierlich verglichen wird. Dadurch wird erreicht, daß nach jeder Abtastbewegung eine neue Abstandskonturfunktion verfügbar ist, die stets das aktuelle Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von zulässigen oder nicht zulässigen Objekten im Überwachungsbereich erkennbar werden läßt.

Indem die ermittelte Abstandskonturfunktion jeweils mit einer Vielzahl von gespeicherten Referenzkonturfunktionen verglichen wird, kann erreicht werden, daß der Überwachungsbereich auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von verschiedenen Objekten hin kontrollierbar ist. Handelt es sich bei dem Überwachungsbereich um einen zu sichernden Durchgangsbereich, ermöglicht die Abspeicherung einer Vielzahl von Referenzkonturfunktionen auch, daß das zulässige Ein-

dringen von mehreren unterschiedlichen Objekten ohne Abgabe eines Warnsignals ermöglicht werden kann.

Es ist insbesondere zweckmäßig, wenn eine der gespeicherten Referenzkonturfunktionen einen freien Überwachungsbereich repräsentiert. Dies gewährleistet zum einen, daß auch dann, wenn sich in einem Überwachungsbereich kein erkanntes Objekt befindet, die Abgabe eines Warnsignals unterdrückt wird. Andererseits läßt sich in diesem Fall erreichen, daß ein freier Durchgang gezielt als solcher erkannt wird, was beispielsweise dann von Bedeutung sein kann, wenn beabsichtigt ist, den Durchgang mit einem Tor oder dergleichen zu verschließen.

Die Anwesenheit oder Abwesenheit von Personen im Überwachungsbereich läßt sich ermitteln, sofern eine der gespeicherten Referenzkonturfunktionen die Kontur einer Person repräsentiert. Dies bietet ganz allgemein den Vorteil, daß Personen von Objekten, beispielsweise Fahrzeugen, unterscheidbar sind, was bei bestimmten Überwachungszielen eine wertvolle Information darstellen kann, insbesondere dann, wenn vorgesehen ist, daß eine an die Auswerteeinheit angeschlossene Überwachungseinheit bei Auftreten eines bestimmten Auswertesignals bestimmte, von der Art des erkannten Objekts abhängige Sicherungsmaßnahmen ergreift.

Die Abstandsermittlung erfolgt vorzugsweise nach dem Laufzeitverfahren, wobei der Abtaststrahl von einem Laser erzeugt werden kann.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der Abtaststrahl von zumindest einem in Randnähe angeordneten Spiegel umgelenkt wird. Dadurch kann erreicht werden, daß der Abtaststrahl den Überwachungsbereich sozusagen aus unterschiedlichen Blickrichtungen abtastet, so daß auch die ermittelte Abstandskonturfunktion eine aus unterschiedlichen Blickrichtungen aufgenommene Objektkontur repräsentiert. Dies ermöglicht die Unterscheidung von Objekten, deren Konturen sich aus der Blickrichtung des Abstandssensors gleichen und die nur von bestimmten anderen Betrachtungsperspektiven aus unterschieden werden können.

Fehler bei der Meßwerterfassung lassen sich vermeiden, sofern ein Ausgangssignal erst dann erzeugt wird, wenn die ermittelte Abstandskonturfunktion bei aufeinanderfolgenden Abtastbewegungen wiederholt mit einer bestimmten Referenzkonturfunktion übereinstimmt.

Da die ermittelte Abstandskonturfunktion eines Objektes abhängig von der örtlichen Lage des Objektes ist, kann es vorteilhaft sein, wenn die Auswerteeinheit einer bestimmten Referenzkonturfunktion auch jene Referenzkonturfunktionen zum Vergleich mit der ermittelten Abstandskonturfunktion heranzieht, die sich bei einer angenommenen lagemäßigen Translation der Objektkontur längs der Abtastbewegung ergeben. Dadurch kann vermieden werden, daß ein an sich bekanntes, d. h. als Referenzkonturfunktion abgespeichertes Objekt nur deshalb im Überwachungsablauf nicht erkannt wird, weil es sich an einer Stelle befindet, an der die gemessene Abstandskonturfunktion des Objektes nicht mit seiner auf eine andere örtliche Lage des Objektes bezogenen abgespeicherten Referenzkonturfunktion übereinstimmt.

Die Vorrichtung zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs enthält vorzugsweise einen als optischen Sensor ausgebildeten Abstandssensor.

Handelt es sich bei dem Überwachungsbereich um eine im wesentlichen rechtwinklige Durchfahrt, ist be-

vorzugt, wenn der Abstandssensor entweder in einem Eckbereich oder mittig am oberen Querträger der Durchfahrt angebracht ist. Wesentlich für die Wahl der Lage des Abstandssensors ist grundsätzlich die gegenüber dem Überwachungsbereich eingenommene günstige Betrachtungsperspektive.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei dem Abstandssensor um die in der deutschen Patentanmeldung P 43 40 756.0 beschriebene Laserabstandsermittlungsvorrichtung, und der Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung ist somit Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beispielhaft beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1a, b, c eine erläuternde Darstellung des erfindungsgemäßen Kontrollverfahrens und der erfindungsgemäßen Kontrollvorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kontrollvorrichtung, und

Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Kontrollvorrichtung.

Nach den Fig. 1a, 1b und 1c ist eine erfindungsgemäße Kontrollvorrichtung 1 mittig an einem oberen Querträger 2 einer Durchfahrt 3 angebracht, die einen vor der Durchfahrt 3 gelegenen, der Allgemeinheit zugänglichen Bereich 4 von einem hinter der Durchfahrt liegenden, gefährlichen Bereich 5 trennt. Ebenso wäre es möglich, die Kontrollvorrichtung abgehängt am Querträger 2 anzubringen.

Die Durchfahrten 3 der Fig. 1a, 1b und 1c unterscheiden sich dadurch, daß die Durchfahrt nach der Fig. 1a frei ist, während sich nach Fig. 1b im Durchfahrtsbereich ein fahrerloses Schienenfahrzeug 7 und in Fig. 1c eine Person 8 aufhalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kontrolle der Durchfahrt 3 gegen unbefugtes Eindringen in den gefährlichen Bereich 5 funktioniert wie folgt:

Im Überwachungsbetrieb sendet die Kontrollvorrichtung 1 einen in der Ebene der Durchfahrt verlaufenden und die gesamte Durchfahrtsfläche in einer vorgegebenen Abtastbewegung überstreichenden Abtaststrahl 6, 6', 6'' aus, der entweder an einer Begrenzung der Durchfahrt — in den Fig. 1a und 1c am Boden 9 der Durchfahrt — oder ggf. an einem in der Durchfahrt befindlichen Objekt — in Fig. 1b dem Lastgut 10 des Schienenfahrzeugs 7 — reflektiert wird und jeweils als Reflexionsstrahl 11, 11', 11'' zu der Kontrollvorrichtung 1 zurückläuft.

Die Kontrollvorrichtung ermittelt in noch im folgenden zu beschreibender Weise den Abstand des Reflexionspunktes 12, 12', 12'' von der Kontrollvorrichtung 1 in Abhängigkeit von der aktuellen Strahlrichtung und erstellt so durch Abtastung des gesamten 180° Winkelbereiches der Durchfahrt 3 eine Abstandskonturfunktion, die die in der Durchfahrt 3 während eines Durchlaufs der vorgegebenen Abtastbewegung ermittelte Objektkontur repräsentiert.

Die ermittelten Abstandskonturfunktionen sind jeweils rechts in den Fig. 1a, 1b und 1c dargestellt. Sie repräsentieren die Abstandsinformation, die vom Abtaststrahl 6, 6', 6'' bei einem Überstreichen des Durchfahrtsbereichs gesammelt wurde. Demgemäß repräsentiert die im rechten Teil der Fig. 1a dargestellte Abstandskonturfunktion 13 eine freie Durchfahrt 3, wäh-

rend die in den Fig. 1b und 1c gezeigten Abstandskonturfunktionen 14 bzw. 15 die Abstandskontur des jeweiligen sich in der Durchfahrt 3 befindlichen Objektes 7, 10 bzw. 8 repräsentieren.

Zur Auswertung der ermittelten Abstandskonturfunktionen 13, 14, 15 ist eine in Fig. 1 nicht dargestellte Auswerteeinheit vorgesehen. In der Auswerteeinheit sind als Referenzkonturfunktionen Abstandskonturfunktionen von bekannten, zugelassenen Objekten abgespeichert, die zum Eintritt in den gefährlichen Bereich 5 zugelassen sind. Die ermittelte, die Kontur des aktuell in der Durchfahrt vorhandenen Objektes 7, 10 bzw. 8 widerspiegelnde Abstandskonturfunktion 13, 14, 15 wird nun fortlaufend in der Auswerteeinheit mit den gespeicherten Referenzkonturfunktionen verglichen. Wird beim Vergleich eine Übereinstimmung zwischen der ermittelten Abstandskonturfunktion 13 bzw. 14 bzw. 15 und einer der Referenzkonturfunktionen festgestellt, wird dies durch die Abgabe eines Freisignals angezeigt. Der Betreiber der Kontrollvorrichtung erkennt daraufhin, daß es sich bei dem in der Durchfahrt 3 befindlichen Objekt 7, 10 oder 8 um ein zugelassenes Objekt handelt und wird dem Objekt 7, 10 bzw. 8 in diesem Fall die Durchfahrt gestatten. Ist hingegen die ermittelte Abstandskonturfunktion mit keiner der gespeicherten Referenzkonturfunktionen gleich, bleibt ein Freigabesignal aus und der Bediener wird das sich in der Durchfahrt 3 aufhaltende Objekt 7, 10 bzw. 8 als unzulässiges Objekt ansehen und daher dessen Durchtritt mit geeigneten Mitteln verhindern.

Wenn anstelle der Durchfahrt 3 der Zugang zu einer Maschine bzw. Anlage überwacht wird, kann bei Erkennung eines unzulässigen Objektes der Zugang zu der Maschine bzw. Anlage verhindert werden und/oder ein Abschalten der Maschine bzw. Anlage erfolgen.

Anstelle des Bedieners kann auch eine Sicherheitseinrichtung vorgesehen sein, die je nach Vorliegen oder Ausbleiben eines Freisignals geeignete Sicherungsmaßnahmen automatisch ergreift. In diesem Fall ist es besonders günstig, wenn auch die in Fig. 1a dargestellte, einen freien Durchgang repräsentierende Abstandsfunktion 13 als Referenzfunktion abgespeichert ist. Dann wird auch die freie Durchfahrt im Rahmen der Auswertung als "freies Objekt" behandelt, wodurch erreicht wird, daß ein Freisignal immer dann vorhanden ist, wenn sich entweder ein zugelassenes Objekt 7, 10 bzw. 8 in der Durchfahrt 3 befindet oder wenn die Durchfahrt 3 frei ist. Dies bedeutet aber, daß die Abgabe des Freisignals nur dann unterdrückt wird, wenn sich in der Durchfahrt 3 ein unbekanntes, nicht zugelassenes Objekt befindet. Bei einer Unterbrechung des Freisignals könnten dann sofort geeignete Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden, um das nicht zugelassene Objekt vom Eintritt in den gefährlichen Bereich abzuhalten.

Umgekehrt ist es genauso gut möglich, daß die Auswerteeinheit nur dann ein Signal abgibt, wenn keine Übereinstimmung zwischen ermittelter Abstandskonturfunktion und abgespeicherten Referenzkonturfunktionen vorliegt. In diesem Fall hat das Ausgangssignal nicht den Charakter eines Freisignals sondern den eines Warnsignals. Die Abgabe eines Warnsignals bei fehlender Übereinstimmung zwischen der Abstandskonturfunktionen des erfaßten und der zugelassenen Objekte kann insbesondere dann von großer Bedeutung sein, wenn mit der Kontrollvorrichtung überprüft werden soll, ob sich in einem festgelegten Überwachungsbereich nur zugelassene Fahrzeuge aufhalten. Gelangt ein

nicht zugelassenes Fahrzeug in den Überwachungsbereich, wird dies von der Kontrollvorrichtung erkannt und gemeldet. Sind beispielsweise nur die in den Fig. 1a und 1b dargestellten Abstandskonturfunktionen 13 und 14 als Referenzkonturfunktionen gespeichert und tritt in den Überwachungsbereich, in dem sich aus Sicherheitsgründen nur Fahrzeuge aufhalten sollen, eine Person 8 mit einer Abstandskonturfunktion 15 nach Fig. 1c ein, so erfolgt die Abgabe eines Warnsignals, wodurch die Person 8 auf die Gefährlichkeit ihrer Situation hingewiesen wird. Entsprechend kann bei Überwachung des Zugangs zu einer gefährlichen Maschine und/oder Anlage ein Abschalten oder Anhalten der Maschine bzw. Anlage erfolgen.

Darüberhinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Kontrollvorrichtung auch die Unterscheidung von verschiedenen zugelassenen Objekten, indem jeder abgespeicherten Referenzkonturfunktion ein bestimmtes Ausgangssignal zugeordnet ist. Sind beispielsweise die Abstandskonturfunktionen 14 und 15 jeweils als Referenzkonturfunktionen abgespeichert, so stellt sowohl das Schienenfahrzeug 7, 10 als auch die Person 8 ein zugelassenes Objekt im Sinne des erfindungsgemäßen Sicherungsverfahrens dar. Dennoch kann zwischen diesen Objekten 7, 10 und 8 unterschieden werden, da bei Übereinstimmung der ermittelten Abstandskonturfunktion mit der Referenzkonturfunktion entsprechend 14 ein anderes Ausgangssignal erzeugt wird, als dies bei Übereinstimmung der ermittelten Abstandskonturfunktion mit der Referenzkonturfunktion entsprechend 15 der Fall ist.

Ferner ist es prinzipiell auch möglich, statt zugelassener Objekte nicht zugelassene Objekte als Referenzkonturfunktionen abzuspeichern. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die Objektkonturen der nicht zugelassenen Objekte bekannt ist. Soll beispielsweise der Aufenthalt von Fahrzeugen aller Art in einem Überwachungsbereich gestattet, der Zutritt von Personen jedoch verboten sein, so kann die der Abstandskonturfunktion 15 entsprechende Referenzkonturfunktion als einzige Referenzkonturfunktion in der Auswerteeinheit abgespeichert sein. Wird dann im Kontrollablauf eine Person 8 erfaßt, bemerkt die Auswerteeinheit das Übereinstimmen der ermittelten Abstandskonturfunktion mit der gespeicherten Referenzkonturfunktion und meldet dies durch Abgabe eines geeigneten Warnsignals.

In Fig. 2 ist eine Weiterbildung des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels der Erfindung dargestellt. Ähnlich wie in Fig. 1 ist die Kontrolleinrichtung 21 mittig am oberen Querträger 22 einer Durchfahrt 23 angebracht. Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 1 sind in den Eckbereichen der Durchfahrt 23 jedoch zusätzlich gegen die Vertikalrichtung geneigte Umlenkspiegel 24 und 25 vorhanden.

Ein in einem zentralen Winkelbereich  $\beta$  mit vertikaler Winkelhalbierenden verlaufender Abtaststrahl 26 trifft wie in Fig. 1 auf eine Begrenzung der Durchfahrt 23 auf. Demgegenüber trifft ein in dem oberhalb des Winkelbereichs  $\beta$  liegenden Winkelbereich  $\alpha$  verlaufender Abtaststrahl 27 auf den Umlenkspiegel 25 auf und wird von dort wie in Fig. 2 gezeigt als umgelenkter Abtaststrahl 28 zurückgeworfen.

Zur Erläuterung des Kontrollverfahrens nach der Fig. 2 wird im folgenden der auf dem umgelenkten Abtaststrahl 28 liegende Punkt 29 betrachtet.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich kann der Punkt 29 auch von einem direkten, d. h. nicht umgelenkten, im Winkelbereich  $\beta$  verlaufenden Abtaststrahl 30 getroffen werden.

Der Punkt 29 kann also je nach Abstrahlungswinkel der Kontrollvorrichtung auf zwei verschiedenen Lichtwegen 27, 28 bzw. 30 erreicht werden.

Allgemein können alle Punkte, die in dem einfach schraffierten Bereich 31 liegen, nur direkt und damit auf einem Wege erreicht werden, während die in den seitlichen, doppelschraffierten Bereichen 32, 33 liegende Punkte jeweils auf zwei Lichtwegen erreichbar sind und die im dreifach schraffierten Bereich 34 liegenden Punkte sowohl direkt als auch über beide Umlenkspiegel 24, 25, d. h. auf drei verschiedenen Lichtwegen erreichbar sind.

Die in der Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der Erfindung bietet den Vorteil, daß eine bei einem 180° Schwenk über die Winkelbereiche  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  gemessene Abstandskonturfunktion in der Regel mehr Objektinformation enthält, als dies bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung der Fall ist. Befindet sich der Punkt 29 beispielsweise an der Seitenwand eines gedachten, mit strichpunktierten Linien eingezeichneten Objekts 35, so wird deutlich, daß der Punkt 29 über den direkten Abtaststrahl 30 nicht erreichbar ist, da dieser Strahl 30 im Punkt 36 an der Oberfläche des gedachten Objekts 35 zurückgeworfen würde. Über den Spiegel 25 kann der Punkt 29 jedoch dennoch erreicht und sein Abstand bestimmt werden.

Analoge Verhältnisse liegen für die auf den Umlenkspiegel 24 gerichteten Strahlwege im Winkelbereich  $\delta$  vor.

Auf diese Weise kann das gedachte Objekt 35 sozusagen aus verschiedenen Blickrichtungen betrachtet werden: Dies ermöglicht, auch Objektkontur an den Seitenflächen des Objekts 35 zu ermitteln. Dadurch wird erreicht, daß Objekte, die vom Winkelbereich  $\beta$  aus gesehen eine ähnliche Objektkontur aufweisen, trotzdem unterschieden werden können, sofern sie an über die Spiegel 24, 25 erreichbaren Flächen eine unterschiedliche Formgebung aufweisen.

Neben der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist es auch möglich, Umlenkspiegel in den Seitenwänden der Durchfahrt 23 anzuordnen und weiterhin kann vorgesehen sein, neben planen Umlenkspiegeln auch sphärische oder zylindrische Spiegel einzusetzen. Die Kontrollvorrichtung 1 muß nicht am oberen Querträger 22 angebracht sein, sondern kann beispielsweise auch in einem der Eckbereiche oder an einer Seitenwand angeordnet sein. Ferner ist es möglich, mehrere Kontrollvorrichtungen, beispielsweise in jedem Eckbereich eine, vorzusehen, wodurch ebenfalls erreicht wird, daß ein sich im Überwachungsbereich befindliches Objekt von verschiedenen Blickrichtungen aus gesehen werden kann.

Nach Fig. 3 besteht eine erfindungsgemäße Kontrollvorrichtung 41 aus einem Sender 42, der einen Abtaststrahl 43 unter einer vorgebbaren Richtung  $\Theta$  in einen Überwachungsbereich aussendet. Die Größe  $\Theta$  repräsentiert hier allgemein eine beliebige, beispielsweise in Polarkoordinaten angebbare Raumrichtung. Handelt es sich bei dem Überwachungsbereich wie in den Fig. 1 und 2 um eine Ebene, ist  $\Theta$  als Winkel aufzufassen.

Der Abtaststrahl 43 trifft in einem Punkt 44 auf ein Objekt 45 auf und wird von dort in einem Reflexionsstrahl 46 zu einem Empfänger 47 der Kontrollvorrichtung 41 reflektiert. Abtaststrahl 43 und Reflexionsstrahl 46 verlaufen in der Praxis kollinear und sind lediglich zur besseren Unterscheidung in Fig. 3 parallel beabstandet gezeichnet.

Sender 42 und Empfänger 47 sind mit einer Steuerstufe 48 verbunden, die einerseits dazu dient, den Abtast-

strahl 43 entlang der vorbestimmten, umlaufenden Abtastbewegung zu führen und die andererseits in Verbindung mit dem Sender 42 und dem Empfänger 47 dazu ausgelegt ist, die richtungsabhängigen Abstandswerte  $A(\Theta)$  des Reflexionspunktes 44 vom Sender 42 zu ermitteln. Sender 42, Empfänger 47 und Steuerstufe 48 bilden zusammen den Abstandssensor 49.

Bei dem Abstandssensor 49 kann es sich beispielsweise um die in der deutschen Patentanmeldung P 43 40 756.0 beschriebene Laserabstandsermittlungsvorrichtung handeln. In diesem Fall ist der Sender 42 als optischer Sender und der Empfänger 47 als Photoempfänger ausgebildet, und die Ermittlung des Abstandes zwischen Reflexionspunkt 44 und dem Sender 42 erfolgt nach dem Licht-Impuls-Laufzeitverfahren. Grundsätzlich können zur Abstandsmessung jedoch auch andere Sender und Empfänger herangezogen werden, wobei es lediglich darauf ankommt, daß die Steuerstufe 48 an ihrem Ausgang 50 ein richtungsabhängiges Abstandssignal  $A(\Theta)$  bereitstellt.

Komparator 52 und Speicher 55 bilden zusammen die Auswerteeinheit 70.

Die während einzelner Abtastbewegungen ermittelten, jeweils eine Abstandskonturfunktion definierenden Abstandssignale  $A(\Theta)$  werden einem Eingang 51 eines Komparators 52 zugeführt. Am anderen Eingang 53 des Komparators 52 ist der Ausgang 54 eines Speichers 55 angeschlossen. Im Speicher 55 sind  $n$  vorgegebene Referenzkonturfunktionen  $R_1(\Theta), \dots, R_n(\Theta)$  abgespeichert, die jeweils die winkelabhängigen Abstandskonturdaten der vorgegebenen, zulässigen Objekte 1 bis  $n$  enthalten.

Wie bereits zu Fig. 1 und 2 erwähnt, wird am Ausgang 56 des Komparators 52 beispielsweise genau dann ein Ausgangssignal 57 erzeugt, wenn die ermittelte Abstandskonturfunktion  $A(\Theta)$  mit keiner der im Speicher vorhandenen Referenzkonturfunktionen  $R_1(\Theta), \dots, R_n(\Theta)$  übereinstimmt. Das Ausgangssignal 57 wird einer Sicherheitseinrichtung 58 zugeleitet, die nachfolgenden Einrichtungen geeignete Steuersignale 59, 60 und 61 zur Verfügung stellt.

Das Durchlaufen der vorgegebenen Abtastbewegung erfolgt mit hoher Geschwindigkeit, was bewirkt, daß sich auch verhältnismäßig rasch bewegende Objekte 45 in dem Sinne als quasistationär erfaßt werden, daß in aufeinanderfolgenden Abtastbewegungen ermittelte Abstandskonturfunktionen einander im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen gleichen. Zur Unterdrückung von Fehlmessungen kann der Komparator 52 daher so ausgelegt sein, daß ein Ausgangssignal 57 erst dann erzeugt wird, wenn die Abstandskonturfunktionen  $A(\Theta)$  auch nach mehrfachen Durchlaufen der vorgegebenen Abtastbewegung nicht mit einem der gespeicherten Referenzkonturfunktionen  $R_1(\Theta), \dots, R_n(\Theta)$  übereinstimmen.

Ferner ist es möglich, in nicht dargestellter Weise zwischen Speicherausgang 54 und Komparatoreingang 53 eine Transformationsstufe vorzusehen, über die dem Komparator 52 nicht nur die abgespeicherten Referenzkonturfunktionen  $R_1(\Theta), \dots, R_n(\Theta)$ , sondern zusätzlich auch Sätze von zugehörigen transformierten Referenzkonturfunktionen zur Verfügung gestellt werden. Werden beispielsweise zu jeder Referenzkonturfunktion  $R_i(\Theta)$ ;  $i = 1, \dots, n$  in der Transformationsstufe 62 diejenigen Referenzkonturfunktionen erzeugt, die aus einer transversalen Verschiebung der Kontur des Referenzobjektes hervorgehen, wird das Kontrollsystem unempfindlich gegen eine lagemäßige Translations des abgetasteten Objektes 45 längs der Abtastbewegung.

Obleich es grundsätzlich nicht notwendig ist, daß Sender 42 und Empfänger 47 wie in Fig. 4 dargestellt an ein und demselben Ort und vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind, ist diese Ausführungsform jedoch aus Gründen der Kompaktheit des Abstandssensors 49 bevorzugt.

Wenn mehrere Abstandssensoren 49 mit zugehörigen Speichern 55 und Komparatoren 52 zur Kontrolle des gleichen Überwachungsbereiches vorgesehen sind, können die Ausgänge 56 der verschiedenen Komparatoren 52 sowohl über eine UND-Logik als auch eine ODER-Logik mit der Sicherheitseinrichtung 58 verbunden sein. Dadurch können auch komplexe Überwachungsabläufe kontrolliert und die Redundanz des Gesamtsystems erhöht werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein insbesondere in Randnähe des Überwachungsbereichs vorgesehener Abstandssensor einen den Überwachungsbereich in einer vorbestimmten Abtastbewegung übersteichenden und dabei seine Richtung ändernden Abtaststrahl aussendet, den an Begrenzungen des Überwachungsbereichs und/oder an im Überwachungsbereich befindlichen Objekten reflektierten Abtaststrahl empfängt und ein den Abstand des Reflexionspunktes des Abtaststrahls vom Abstandssensor repräsentierendes Abstandssignal sowie ein die Richtung des Abtaststrahls repräsentierendes Richtungssignal ermittelt, wobei die während der Abtastbewegung ermittelten Abstandssignale und Richtungssignale eine Abstandskonturfunktion definieren, und daß eine an den Abstandssensor angeschlossene Auswerteeinheit die ermittelte Abstandskonturfunktion mit zumindest einer gespeicherten, eine erwartete Objektkontur repräsentierenden Referenzkonturfunktion vergleicht, und ein Ausgangssignal erzeugt, sofern die ermittelte Abstandskonturfunktion und die Referenzkonturfunktion insbesondere im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen übereinstimmen bzw. nicht übereinstimmen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastbewegung innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs in der durch einen zweidimensionalen, insbesondere durch ein Tor oder eine Durchfahrt definierten Überwachungsbereich festgelegten Ebene erfolgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine an die Auswerteeinheit angeschlossene Sicherheitseinrichtung bei fehlender Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion ein Warnsignal abgibt und bei Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion die Abgabe eines Warnsignals unterdrückt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine an die Auswerteeinheit angeschlossene Sicherheitseinrichtung bei Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion ein Warnsignal abgibt und bei fehlender Übereinstimmung von Abstands- und Referenzkonturfunktion die Abgabe eines Warnsignals unterdrückt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastbewegung fortlaufend wiederholt wird und die bei jeder Abtastbewegung neu ermittelte Abstandskonturfunktion mit der oder den Referenzkonturfunktionen verglichen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Referenzkonturfunktion einen freien Überwachungsbereich repräsentiert.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Referenzkonturfunktion die Kontur einer Person im Überwachungsbereich repräsentiert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Referenzkonturfunktion die Kontur eines Fahrzeuges im Überwachungsbereich repräsentiert.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandskonturfunktion jeweils mit einer Vielzahl von gespeicherten Referenzkonturfunktionen verglichen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Referenzkonturfunktion ein bestimmtes Ausgangssignal zugeordnet ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine an die Auswerteeinheit angeschlossene Überwachungseinheit bei Auftreten eines bestimmten Ausgangssignals bestimmte, von der Art des erkannten Objektes abhängige Sicherungsmaßnahmen ergreift.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsmessung nach dem Licht-Impuls-Laufzeitverfahren erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtaststrahl von einem Laser erzeugt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtastwinkelbereich etwa  $180^\circ$  beträgt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtaststrahl von zumindest einem in Randnähe des Überwachungsbereichs angeordneten Umlenkspiegel umgelenkt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtaststrahl unter einem ersten Winkelbereich  $\alpha$  auf einen in einem oberen Eckbereich einer im wesentlichen rechtwinkligen Durchfahrt angebrachten ersten Umlenkspiegel und unter einem zweiten Winkelbereich  $\delta$  auf einen im anderen oberen Eckbereich der Durchfahrt angebrachten Umlenkspiegel auftrifft und in einem Zwischenwinkelbereich  $\beta$  nicht umgelenkt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß  $\alpha = \delta$  gilt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß  $\alpha + \beta + \delta = 180^\circ$  gilt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal erst dann erzeugt wird, wenn die ermittelte Abstandskonturfunktion bei aufeinanderfolgenden Abtastbewegungen wiederholt mit einer bestimmten Referenzkonturfunktion übereinstimmt.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-



sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit neben der eine bestimmte Objektkontur repräsentierenden Referenzkonturfunktion auch jene Referenzkonturfunktionen zum Vergleich mit dem Abstandskontursignal heranzieht, die sich bei einer angenommenen lagemäßigen Translation der Objektkontur längs der Abtastbewegung ergeben.

21. Vorrichtung zur Kontrolle eines vorgegebenen Überwachungsbereichs, insbesondere zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zumindest einen Abstandssensor (49) mit einem Sender (42), der einen den Überwachungsbereich in einer vorbestimmten Abtastbewegung überstreichenden und dabei seine Richtung ändernden Abtaststrahl (6, 6', 6'', 26, 27, 30; 43) aussendet, und einem Empfänger (47) aufweist, der den an Begrenzungen des Überwachungsbereichs und/oder an im Überwachungsbereich befindlichen Objekten (7, 10; 8; 35; 45) reflektierten Abtaststrahl (6, 6', 6'', 26, 27, 30; 43) empfängt, und ein den Abstand des Reflexionspunktes (12, 12', 12'', 20, 36, 44) des Abtaststrahls (6, 6', 6'', 26, 27, 30; 43) vom Abstandssensor (49) repräsentierendes Abstandssignal (A) sowie ein die Richtung des Abtaststrahls (6, 6', 6'', 26, 27, 30; 43) repräsentierendes Richtungssignal (Θ) ermittelt, wobei die während der Abtastbewegung ermittelten Abstandssignale (A) und Richtungssignale (Θ) eine Abstandskonturfunktion (A(Θ)) definieren, und

daß an den Abstandssensor (49) eine Auswerteeinheit (70) angeschlossen ist, die einen Speicher (55), in dem zumindest eine eine erwartete Objektkontur repräsentierende Referenzkonturfunktion (R(Θ)) gespeichert ist, sowie einen Komparator (52) aufweist, der die ermittelte Abstandskonturfunktion (A(Θ)) mit der gespeicherten Referenzkonturfunktion (R(Θ)) vergleicht und ein Ausgangssignal (57) erzeugt, sofern die ermittelte Abstandskonturfunktion (A(Θ)) und die Referenzkonturfunktion (R(Θ)) insbesondere im Rahmen vorgegebener Toleranzgrenzen übereinstimmen bzw. nicht übereinstimmen.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandssensor (49) als optischer Sensor ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandssensor (49) in einem Eckbereich einer im wesentlichen rechtwinkligen Durchfahrt (3; 23) angebracht ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstandssensor (49) mittig am oberen Querträger (2, 22) einer Durchfahrt angebracht ist.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß in Randnähe des Überwachungsbereichs zumindest ein bei auftretendem Abtaststrahl (27) diesen umlenkenden Spiegel (24, 25) angebracht ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Spiegel (24, 25) als Zylinderspiegel oder sphärische Spiegel ausgebildet sind.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß Sender (42) und Empfänger (47) des Abstandssensors (49) in einem

gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Abstandssensor (49) um die in der deutschen Patentanmeldung P 43 40 756.0 beschriebene Laserabstandsermittlungsvorrichtung handelt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1a

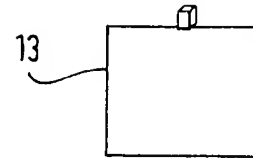
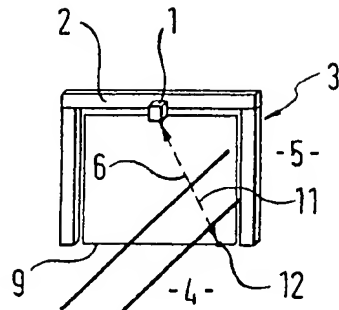


Fig. 1b

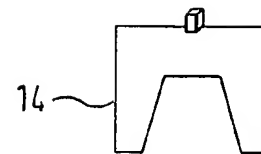
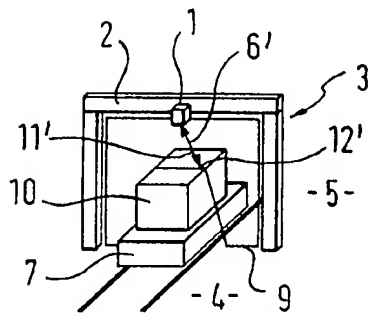


Fig. 1c

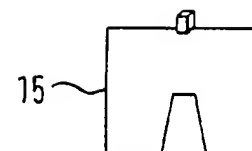
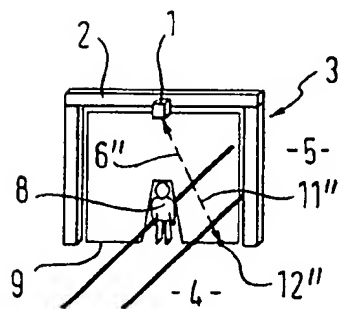


Fig. 2

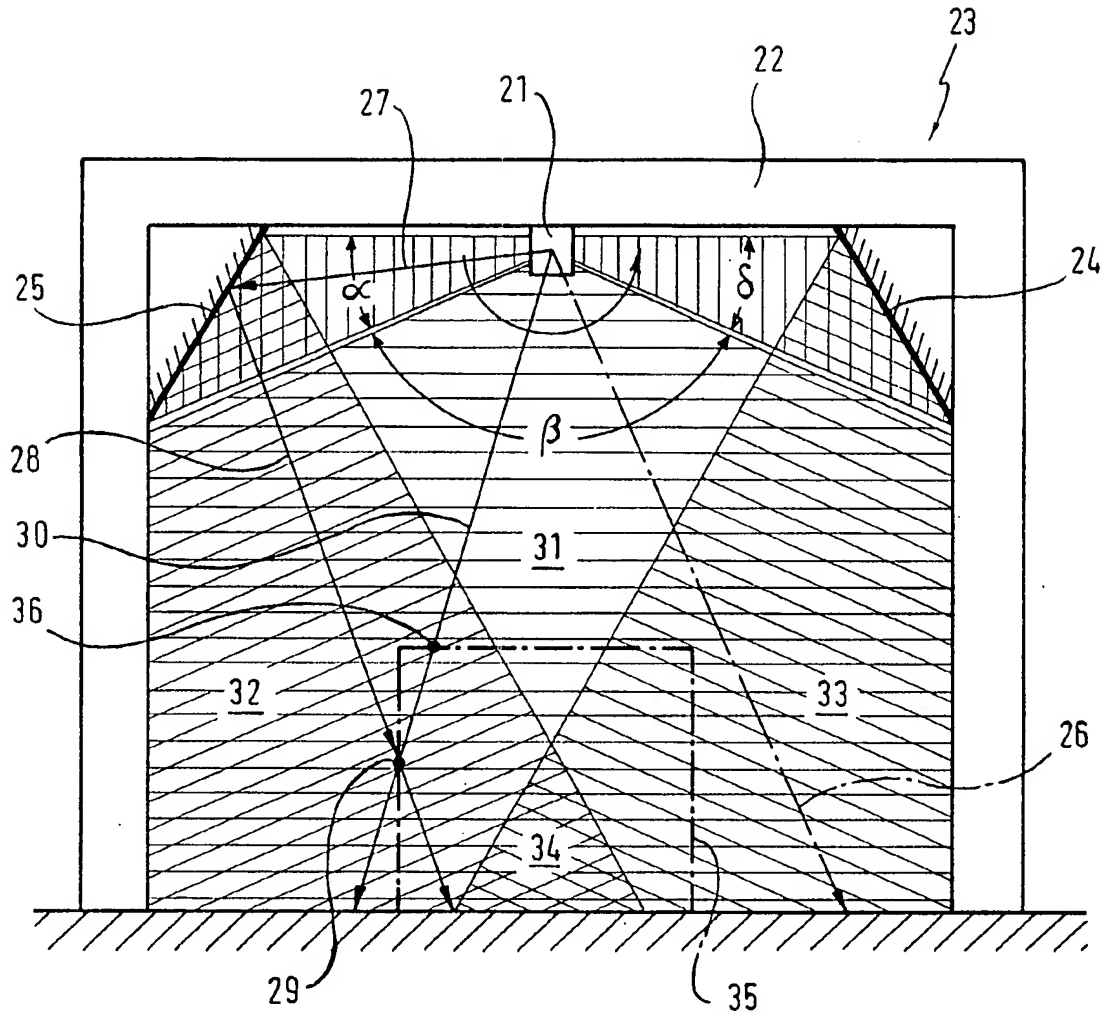


Fig. 3

